



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109687499 B

(45) 授权公告日 2021.09.17

(21) 申请号 201811611500.3

H02M 7/00 (2006.01)

(22) 申请日 2018.12.27

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 108599227 A, 2018.09.28

申请公布号 CN 109687499 A

李静怡 等. 柔性直流换流阀串联支撑绝缘子电压分配均衡方法. 《电工技术学报》. 2018,

(43) 申请公布日 2019.04.26

Chengyong Zhao 等. A Grouping Strategy

(73) 专利权人 华北电力大学

Based on Prime Factorization for

地址 102206 北京市昌平区朱辛庄北农路2号

Capacitor Voltage Balancing of the

Modular Multilevel Converter. 《Electric

(72) 发明人 郭春义 郑安然 杨硕 赵成勇

Power Components and Systems》. 2018,

(74) 专利代理机构 北京凯特来知识产权代理有

审查员 韩敏

限公司 11260

代理人 郑立明 陈亮

(51) Int. Cl.

H02J 3/36 (2006.01)

H02J 3/26 (2006.01)

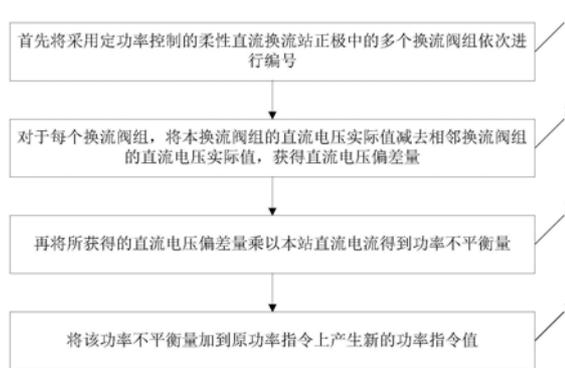
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种柔性直流换流站串联换流阀的电压平衡控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种柔性直流换流站串联换流阀的电压平衡控制方法, 首先将采用定功率控制的柔性直流换流站正极中的多个换流阀组依次进行编号; 对于每个换流阀组, 将本换流阀组的直流电压实际值减去相邻换流阀组的直流电压实际值, 获得直流电压偏差量; 再将所获得的直流电压偏差量乘以本站直流电流得到功率不平衡量; 将该功率不平衡量加到原功率指令上产生新的功率指令值。上述方法能够解决采用定功率换流站内多换流阀组由于电压不平衡引起的功率不平衡问题。



1. 一种柔性直流换流站串联换流阀的电压平衡控制方法,其特征在于,所述方法包括:
步骤1、首先将采用定功率控制的柔性直流换流站正极中的多个换流阀组依次进行编号;

步骤2、对于每个换流阀组,将本换流阀组的直流电压实际值减去相邻换流阀组的直流电压实际值,获得直流电压偏差量;其中,在获得直流电压偏差量之后,进一步对该直流电压偏差量进行标幺化处理,具体为除以直流电压基准值;

步骤3、再将所获得的标幺化处理后的直流电压偏差量乘以本站直流电流得到功率不平衡量;其中,在获得功率不平衡量之后,进一步将该功率不平衡量乘以原功率指令值后再进入步骤4;所述本站直流电流为标幺化后的本站直流电流实际值;

步骤4、将该功率不平衡量乘以原功率指令值后得到的值加到原功率指令上产生新的功率指令值。

2. 根据权利要求1所述柔性直流换流站串联换流阀的电压平衡控制方法,其特征在于,对于定功率控制的柔性直流换流站负极中的多个换流阀组,电压平衡控制过程与正极相同。

一种柔性直流换流站串联换流阀的电压平衡控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及输配电技术领域,尤其涉及一种柔性直流换流站串联换流阀的电压平衡控制方法。

背景技术

[0002] 近年来,基于模块化多电平换流器的柔性直流输电(Modular Multilevel Converter, MMC)技术快速发展,该技术采用全控型器件,与传统直流输电相比具有独立控制有功无功、可以向无源网络供电以及不存在换相失败问题等优势,与两电平或三电平电压源换流器相比,又具有模块化结构、开关频率低、谐波特性好等优点,因此MMC已经成为高电压大容量柔性直流输电工程中最具前景的拓扑结构。随着柔性直流系统向着高电压、大容量、架空线方向发展,以MMC换流器作为基本换流阀组,利用多个换流阀组的串联可以有效解决MMC单个换流阀组电压等级低容量小的难题,实现高压大容量甚至特高压,达到高效传输功率的目的。对于混合直流输电系统而言,MMC常作为逆变站运行,此时也可以满足与送端传统直流输电系统大功率高电压等级适配的要求。

[0003] 但现有技术中针对基于多个换流阀组组合的柔性直流输电系统的相关研究较少,特别是对于串联多个换流阀组的系统控制策略。对于控制直流电压的柔直换流站,每个阀组可以独立控制自己的直流侧电压,但对于控制直流功率的柔直换流站而言,站内含有多个采用定功率控制的串联换流阀组,换流阀组内已有的控制已不能满足稳定运行需求,由于各换流阀组上分配的电压没有得到约束且并不是直接受控的,极易引发各换流阀组上的直流电压不均衡问题,导致各换流阀组之间功率不均衡,而现有技术并没有相应的解决方案。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种柔性直流换流站串联换流阀的电压平衡控制方法,该方法能够解决采用定功率换流站内多换流阀组由于电压不平衡引起的功率不平衡问题。

[0005] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的:

[0006] 一种柔性直流换流站串联换流阀的电压平衡控制方法,所述方法包括:

[0007] 步骤1、首先将采用定功率控制的柔性直流换流站正极中的多个换流阀组依次进行编号;

[0008] 步骤2、对于每个换流阀组,将本换流阀组的直流电压实际值减去相邻换流阀组的直流电压实际值,获得直流电压偏差量;

[0009] 步骤3、再将所获得的直流电压偏差量乘以本站直流电流得到功率不平衡量;

[0010] 步骤4、将该功率不平衡量加到原功率指令上产生新的功率指令值。

[0011] 在步骤2获得直流电压偏差量之后,进一步对该直流电压偏差量进行标幺化处理,具体为除以直流电压基准值。

[0012] 在步骤3中,所述本站直流电流为标幺化后的本站直流电流实际值。

[0013] 在步骤3获得功率不平衡量之后,进一步将该功率不平衡量乘以原功率指令值后再进入步骤4。

[0014] 对于定功率控制的柔性直流换流站负极中的多个换流阀组,电压平衡控制过程与正极相同。

[0015] 由上述本发明提供的技术方案可以看出,上述方法能够解决采用定功率换流站内多换流阀组由于电压不平衡引起的功率不平衡问题。

附图说明

[0016] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域的普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他附图。

[0017] 图1为本发明实施例提供的柔性直流换流站串联换流阀的电压平衡控制方法流程示意图;

[0018] 图2为本发明所举实例中两端柔性直流输电系统的结构示意图。

具体实施方式

[0019] 下面结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明的保护范围。

[0020] 本发明实施例所述方法基于高压大容量柔性换流器的两端或多端直流输电系统,尤其是特高压场合,柔性直流换流站需采用多换流阀组串联的结构且换流站采用定功率控制的场景。下面将结合附图对本发明实施例作进一步地详细描述,如图1所示为本发明实施例提供的柔性直流换流站串联换流阀的电压平衡控制方法流程示意图,所述方法包括:

[0021] 步骤1、首先将采用定功率控制的柔性直流换流站正极中的多个换流阀组依次进行编号;

[0022] 举例来说,可以将柔性直流换流站正极中的 N ($N \geq 2$) 个换流阀组依次进行编号1, 2, 3, \dots , $k, k+1, \dots, N$ 。

[0023] 步骤2、对于每个换流阀组,将本换流阀组的直流电压实际值减去相邻换流阀组的直流电压实际值,获得直流电压偏差量;

[0024] 例如,以换流阀组 k ($k < N$) 为例,即直流电压偏差量为 $U_{\text{dcm}}(k) - U_{\text{dcm}}(k+1)$;对于换流阀组 N ,则用本单元的直流电压实际值减去起始换流阀组的直流电压实际值,即 $U_{\text{dcm}}(N) - U_{\text{dcm}}(1)$ 。

[0025] 具体实现中,在获得直流电压偏差量之后,进一步对该直流电压偏差量进行标幺化处理,具体为除以直流电压基准值。

[0026] 步骤3、再将所获得的直流电压偏差量乘以本站直流电流得到功率不平衡量;

[0027] 该步骤中,所述本站直流电流为标幺化后的本站直流电流实际值。

[0028] 具体实现中,在获得功率不平衡量之后,进一步将该功率不平衡量乘以原功率指

令值后再进入步骤4。

[0029] 步骤4、将该功率不平衡量加到原功率指令上产生新的功率指令值。

[0030] 另外,对于负极中的多个采用定功率控制的换流阀组,各换流阀组中附加控制的过程与正极相同。

[0031] 下面以具体实例对上述控制方法的过程进行详细描述,如图2所示为本发明所举实例中两端柔性直流输电系统的结构示意图,该采用对称双极结构,每端的正负极内各有2个换流阀组串联升压构成组合换流器。整流侧换流站采用定电压控制,逆变站换流站采用定功率控制,所述控制方法包括:

[0032] 步骤1、首先将逆变侧定功率换流站正极中的2个换流阀组依次进行编号1,2;

[0033] 步骤2、然后对于每个换流阀组,将该换流阀组内的直流电压实际值减去相邻的下一换流阀组的直流电压实际值求出直流电压偏差量,并除以直流电压基准值进行标幺化。

[0034] 具体来说,对于换流阀组1,则用本单元直流电压去减去相邻下一换流阀组的直流电压,即 $U_{\text{dcm}}(1) - U_{\text{dcm}}(2)$,对于换流阀组2,则用本单元直流电压去减去起始换流阀组1的直流电压,即 $U_{\text{dcm}}(2) - U_{\text{dcm}}(1)$,然后将电压偏差量除以 U_{dcbase} 进行标幺化。对于负极的2个换流阀组也进行同样的操作:依次编号为3,4,对于换流阀组3,用换流阀组3的电压减去换流阀组4的电压,即 $U_{\text{dcm}}(3) - U_{\text{dcm}}(4)$,对于换流阀组4,用换流阀组4的电压减去起始换流阀组3的电压,即 $U_{\text{dcm}}(4) - U_{\text{dcm}}(3)$,然后将电压偏差量除以 U_{dcbase} 进行标幺化。

[0035] 步骤3、对于每个换流阀组,将电压偏差量标幺值乘以标幺化后的本站直流电流实际值,再乘以原功率指令值得到功率不平衡量;

[0036] 步骤4、将该功率不平衡量加到原功率指令上产生新的功率指令值。

[0037] 值得注意的是,本发明实施例中未作详细描述的内容属于本领域专业技术人员公知的现有技术。

[0038] 综上所述,本发明实施例所述方法针对采用定功率控制的换流站,在各换流阀组已有的控制策略基础上,向每个换流阀组中加入一个简单的附加控制,从而有效解决了原有定功率柔性换流站内由于电压不平衡带来的功率不平衡问题。

[0039] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明披露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求书的保护范围为准。

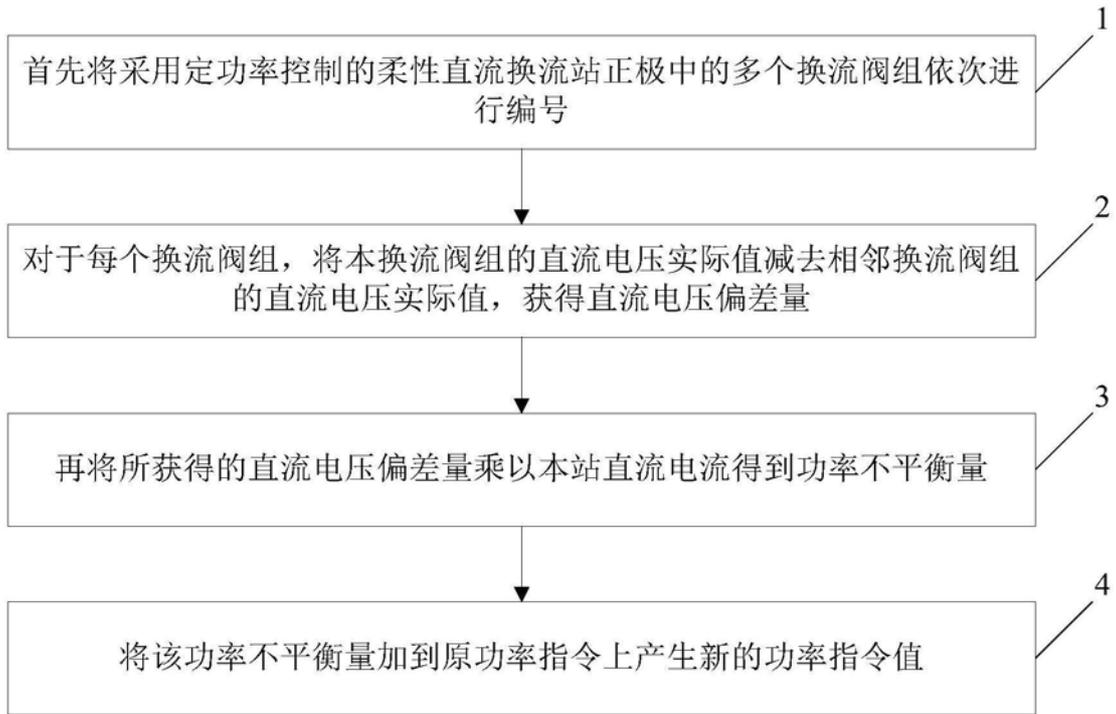


图1

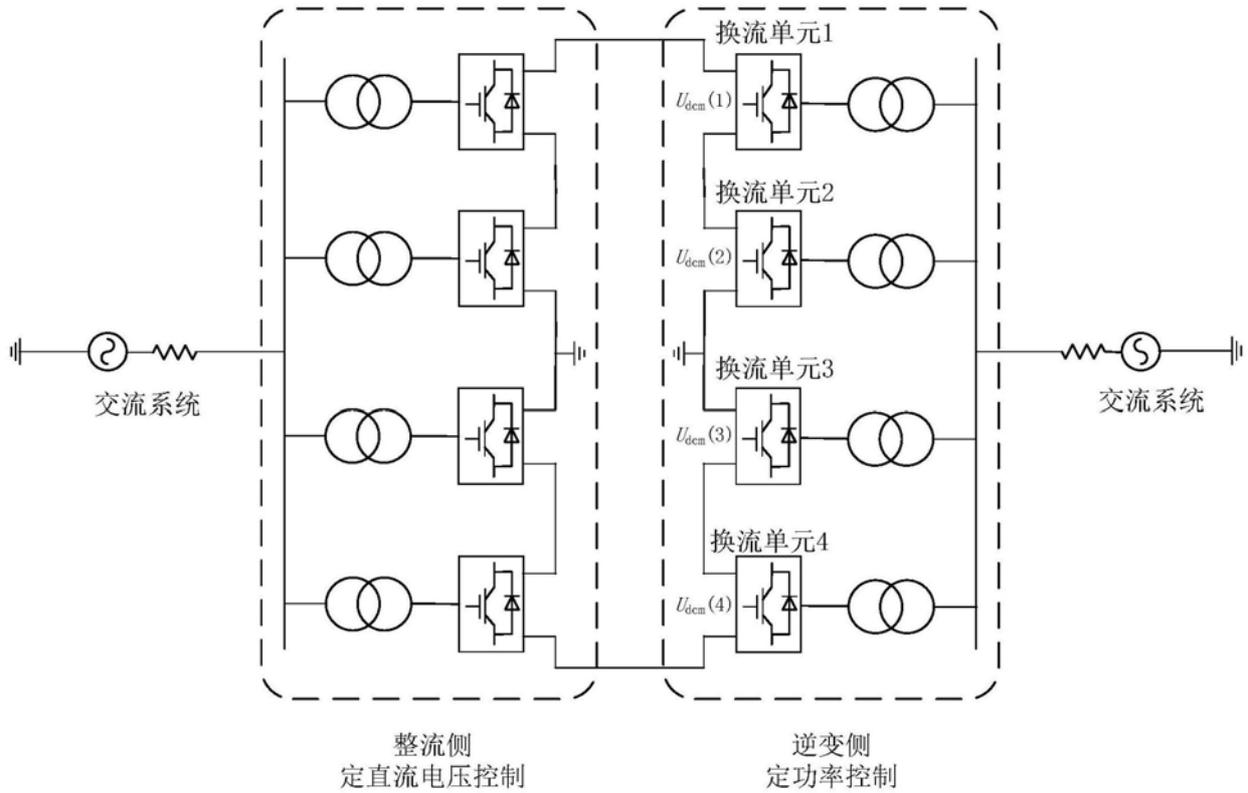


图2